

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA ENERGETIKY

Návrh nového zdroje vytápění u rodinného domu

Proposal of a New Source of Heating at the Family House

Autor práce:

Martin Bužek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Němček Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Bužek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3907R009 Provoz energetických zařízení
Téma: **Návrh nového zdroje vytápění rodinného domu**
Proposal of New Source of Heating at the Family House

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Vypracování rešerše a přehledu možností vytápění rodinného domu, varianty zdrojů, paliv a konstrukčních řešení. Popis objektu a současného stavu. Návrh a výpočet jednotlivých vytápěných částí, výpočet energetické bilance konkrétního objektu a návrh aplikace jednotlivých možností. Ekonomicko-ekologické zhodnocení jednotlivých variant a výběr nejvhodnějšího řešení – zdroje pro danou aplikaci.

Osnova:

1. Rešeršní činnost na téma zdrojů a paliv pro vytápění u rodinných domů.
2. Současný stav techniky, situace na trhu a nabídka.
3. Energetická bilance vybrané budovy, výpočtová část.
4. Návrh alternativního zdroje vytápění.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení.
6. Závěr a doporučení.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. KAMINSKÝ, J., VRTEK, M. Obnovitelné zdroje energie. VŠB-TU Ostrava, 1998.
2. DUFKA, J. Vytápění domů a bytů, nakladatelství Grada Publishing, Praha, 2004.
3. PETRÁŠ, D. Vytápění rodinných a bytových domů, JAGA, Bratislava, 2005.
4. Stavební a firemní podklady, webové odborné portály.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ondřej Němček, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Kamil Kolarčík, CSc.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě12.5.2017.....



.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :....12.5.2017.....



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Bužek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Dolní Domaslavice 103
739 38 Dolní Domaslavice

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bužek, M. *Návrh nového zdroje vytápění u rodinného domu: bakalářská práce.*

Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2017, 48 s. Vedoucí práce: Ing. Němček, O. Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhem nového zdroje vytápění u rodinného domu. Úvod je věnován vhodným palivům pro vytápění v rodinných domech, jejich pořizovací ceně a výhřevnosti. Hlavní část práce je věnována výpočtům tepelných ztrát budovy, ke kterým je následně zvoleno vhodné spalovací zařízení. V závěru práce jsou porovnány různé typy kotlů z hlediska pořizovacích nákladů a ceny za roční spotřebu paliva při jejich využití.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Bužek, M. *Proposal of a New Source of Heating at the Family House: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Energy, 2017, 48 p. Thesis head: Ing. Němček, O. Ph.D.

The bachelor thesis deals with the proposal of a new source of heating at the family house. Introduction is devoted to suitable fuels for heating in family houses, their purchase price and calorific value. The main part of the thesis is devoted to calculating the heat losses of a building, which is then selected by suitable combustion device. At the end of the thesis, the different types of boilers are compared with regard to the acquisition costs and the annual fuel consumption prices for their use.

Seznam použitých symbolů a zkratek

Značka	Veličina	Jednotka
B	Charakteristické číslo budovy	[l]
D	Počet dní topné sezóny	[den]
h	Konstrukční výška patra	[m]
H	Počet topných hodin	[hod]
h _o	Výška otvoru	[m]
i _{LV}	Součinitel spárové průvzdušnosti	[m ³ /m·s·Pa ^{-0,67}]
k _c	Průměrný součinitel prostupu tepla	[W/m ² K]
k _j	Součinitel prostupu tepla	[W/m ² K]
l	Délka	[m]
L	Délka spár otevíratelných částí oken a dveří	[m]
M	Charakteristické číslo místnosti	[l]
m _{pal}	Množství paliva	[t/rok]
η _h	Potřebná intenzita výměny vzduchu	[h ⁻¹]
N _{p-rok}	Roční náklady na palivo	[Kč/rok]
P ₁	Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	[l]
P ₂	Přirážka na urychlení zátoku	[l]
P ₃	Přirážka na světovou stranu	[l]
Q _c	Celková tepelná ztráta	[W]
Q _p	Tepelná ztráta prostupem	[W]
Q _r	Celková spotřeba tepla	[MJ/rok]
Q _{r-p}	Spotřeba pro plynná paliva	[MWh/rok]
Q _v	Tepelná ztráta větráním	[W]
Q _z	Trvalé tepelné zisky	[W]
S _d	Plocha dveří	[m ²]
S _o	Plocha oken	[m ²]
S _s	Plocha stěny	[m ²]
S _{sik}	Plocha zešíkmení	[m ²]
t _i	Vnitřní teplota v místnost	[°C]
T _{es}	Teplota v sousední místnosti nebo venkovního prostředí	[°C]
V _m	Objem místnosti	[m ³]
V _v	Objemový tok větracího vzduchu	[m ³ /s]
α _e	Součinitel přestupu tepla vnější	[W/m ² K]
α _i	Součinitel přestupu tepla vnitřní	[W/m ² K]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W/mK]
η _k	Tepelná Účinnost kotle	[%]

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. TYPY PALIVA.....	1
2.1. TUHÁ PALIVA.....	1
2.1.1. Uhlí	2
2.1.2. Dřevo	2
2.1.3. Pelety	3
2.1.4. Dřevěné brikety	4
2.2. PLYNNÁ PALIVA.....	5
2.2.1. Zemní plyn	5
2.2.2. Bioplyn.....	6
3. VYTÁPĚNÍ ELEKTŘINOU.....	7
4. SPALOVACÍ ZDROJE PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU.....	7
4.1. KOTLE NA TUHÁ PALIVA.....	7
4.2. KOTLE NA PLYNNÁ PALIVA.....	8
4.3. KOTLE NA KAPALNÁ PALIVA.....	8
5. TEPELNÁ BILANCE RODINNÉHO DOMU.....	8
5.1. TEORIE VÝPOČTU TEPELNÝCH ZTRÁT RODINNÉHO DOMU	9
5.1.1 Celková tepelná ztráta.....	9
5.1.2 Tepelná ztráta prostupem tepla.....	9
5.1.3. Tepelná ztráta větráním.....	11
5.2. POPIS RODINNÉHO DOMU	12
5.3. TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA OBVODOVÝMI ZDMI	13
5.4. TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA ZKOSENOU ČÁSTI STROPU.....	16
5.5. TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA PODLAHOU	18
5.6. TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA PŘES OKNA A DVEŘE	20
5.7. TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM.....	22
5.8. TEPELNÉ ZISKY	24
5.9. CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	24
6. SPALOVACÍ ZDROJE PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU.....	25
6.1. SPALOVACÍ ZAŘÍZENÍ NA PEVNÁ PALIVA	25
6.1.1. KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie	25
6.1.2. Edilkamin Idropoint.....	26
6.1.3. HAAS+SOHN NIVALA TV	28
6.2. KOTLE NA PLYNNÁ PALIVA.....	29
6.2.1. PROTHERM Gepard 23 MOV	29
6.2.2. VIADRUS NAOS K4.....	30

7. VÝPOČET SPOTŘEBY TEPLA A ROČNÍCH NÁKLADŮ.....	32
8. ZÁVĚR.....	35
9. CITACE.....	36
10. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	37
11. SEZNAM TABULEK.....	37
12. SEZNAM GRAFŮ.....	38
13. SEZNAM PŘÍLOH.....	38

1. Úvod

Tepelná pohoda, za co nejmenší náklady je cílem každého vlastníka domu. Abychom toho mohli dosáhnout je důležité správně zvolit výtopný systém a palivo. Proto se teoretická část zabývá především základním popisem paliv, které se v dnešní době běžně využívají, jako je například dřevo, uhlí, pelety, brikety a nebo zemní plyn. Výpočtová část se zabývá výpočtem jednotlivých ztrát prostupem a větráním. Z výsledné hodnoty tepelné ztráty, určíme vhodný zdroj vytápění s odpovídajícím výkonem. Dalším kritériem k posouzení je pořizovací cena, provozní náklady, efektivita provozu a uživatelské hledisko.

2. Typy paliva

Následující kapitole popisuje základní druhy paliv, vhodné pro spalování v malých zdrojích rodinných domů.

2.1. Tuhá paliva

Z cenového hlediska jsou tuhá paliva jednoznačně nejlevnější. Ze všech druhů paliv se používají nejdéle. Nejdůležitějšími vlastnostmi tuhých paliv je výhřevnost, zrnitost a obsah vody. Vlhkost paliv by měla být co nejmenší. Palivo je nutné skladovat ve větraných a suchých prostorách. [1]

Výhody:

- Nízká cena,
- Možnost vytvoření zásob v období levnější ceny paliva,
- Nezávislost na dodávce. [1]

Nevýhody

- Nutnost velkých prostorů ke skladování zásob,
- Vnik nežádoucích látek při spalování. [1]

K moderním tuhým palivům patří také biomasa. Jedná se o různé druhy dřevní hmoty například odpad z opracování dřeva, nebo také polínkové dříví. Úpravou dřevní hmoty můžeme získat pelety a brikety. Topení biomasou je vhodné především tam, kde biomasa vzniká jako odpad při výrobě. Pro co nejlepší využití tepla obsažené v biopalivu

a pro skutečné zlepšení stavu životního prostředí, je nutné spalovat tyto paliva ve správná spalovacích zařízeních.[3]

2.1.1. Uhlí

Mezi tradiční fosilní paliva patří uhlí. Díky cenové nenáročnosti na provoz a pořízení, výhřevnosti a jednoduché obsluze se uhlí řadí mezi nejpoužívanější energetické zdroje. Hnědé uhlí je jedním z nejlevnějších paliv, ale nejhorší zdroj tepla, co se hlediska znečištění týče. Také komfort topení není příliš velký. Černé uhlí a koks jsou pro ovzduší šetrnější, ale také dražší než hnědé uhlí. Vyšší cena černého uhlí je však vykoupena jeho větší výhřevností.[1][4]

Výhody:

- Nízká cena paliva[1]

Nevýhody:

- Palivo je nutné skladovat,
- Znečištění ovzduší při spalování[1]



Obrázek č. 2.1.1. – 1. černé uhlí [4]

2.1.2. Dřevo

Dřevo volí v dnešní době většina lidí jako alternativu k plynu, jehož cena roste. Patří mezi nejlevnější paliva, ale vyžaduje prostory na uskladnění nejlépe suché a dobře větrané. Dřevo s velkým obsahem vody má malou výhřevnost, proto by se mělo spalovat vyschlé, aspoň dva roky.

Výhody:

- Nízká cena paliva,
- Obnovitelný zdroj,
- Ekologická energie.[1]

Nevýhody:

- Dovoz a skladování paliva,
- Nutná častá obsluha,
- Špatná regulace.[1]



Obrázek č. 2.1.2. – 2. Kusové dřevo [4]

2.1.3. Pelety

Pelety patří k nejperspektivnějším palivům pro domácnost. Jsou ryze ekologickým topivem, vyrábějí se převážně z odpadních zbytků po dřevní výrobě, stlačením dřevních pilin, prachu nebo drtě. Pelety jsou lisovány za vysokého tlaku do tvaru válečků s různými velikostmi. Díky stlačení obsahují minimální podíl vody a popele, hoří proto velmi dlouho. Výhodou spalování pelet je, že během hoření nevzniká skoro žádný kouř a zbylý popel lze navíc využít jako přírodní hnojivo.

Největší kvalitu mají pelety světlé, tmavší pelety naopak obsahují větší podíl popele a mají horší výhřevnost. Pelety díky mechanickému lisování neobsahují žádné chemické pojiva nebo jiné přídavné směsi a proto během spalování nedochází téměř k žádnému znečištění.[4]

Výhody:

- Nízké znečištění ovzduší při spalování,
- Dobrá regulace,
- Ekologické vytápění.[1]

Nevýhody:

- Nutný prostor na uskladnění
- Nečistý provoz (manipulace s popelem).[1]



Obrázek č. 2.1.3. – 3. Pelety [4]

2.1.4. Dřevěné brikety

Dřevěné brikety patří mezi ekologická paliva. Vyrábějí se z dřevního odpadu, který se pod velkým tlakem slisuje do válců či kvádrů dlouhých až 30 cm. Neobsahují žádné nebezpečné látky. Dřevěné brikety mají vysokou výhřevnost srovnatelnou s hnědým uhlím a při jejich spalování nedochází ke znečišťování životního prostředí.

Mohou být spalovány prakticky všude, ale vůbec nejlepší výhřevnost dosáhne při použití kotle na dřevoplyn, u kterého pak brikety překonají i samotné dřevo.[5]

Výhody:

- Vysoká výhřevnost
- Levná cena
- Ekologická energie[1]

Nevýhody:

- Dovoz a skladování paliva
- Vynášení popela[1]



Obrázek č. 2.1.4. – 4. Dřevěné brikety[5]

2.2. Plynná paliva

Vytápění zemním plynem je velmi pohodlné a s vysokou účinností, proto se často využívá v domácnostech pro vytápění, vaření a ohřev vody. Výhodou plynných paliv je, že neškodí tolik životnímu prostředí, jako tuhá paliva a při hoření nezanechávají popel ani saze. Pro vytápění plynnými palivy je potřeba mít v dané lokalitě rozvod plynu, jeho připojení k nemovitosti není technicky složité ani finančně příliš nákladné.[1]

2.2.1. Zemní plyn

Při spalování zemního plynu nevznikají nebezpečné dioxiny a furany jako je tomu u spalování tuhých paliv. Hlavní složkou je metan. Znečištění oxidem dusíku a hlavního skleníkového plynu CO_2 jsou na úrovni 25 - 50 % emisí vznikající při spalování tuhých nebo tekutých paliv. Vytápění zemním plynem je pohodlné s vysokou účinností a dobrou regulací.

Výhody:

- Není potřeba prostor pro skladování,
- Snadná regulace
- Vysoká účinnost
- Nevznikají žádné nespálené částice[1]

Nevýhody:

- Nutnost plynového rozvodu a přípojky,
- Nestála cena[1]

2.2.2. Bioplyn

Bioplyn je bezbarvý plyn, který se skládá především z metanu a oxidu uhličitého. Patří mezi obnovitelné zdroje energie. Bioplyn je produkovaný především v anaerobních čistírnách odpadních vod a v bioplynových stanicích, kde je většinou hned využíván pro výrobu tepla a elektřiny. Pro vytápění rodinných domů se nepoužívá.

Výhody:

- Nezabírá prostor pro skladování,
- Snadná regulace
- Vysoká účinnost
- Nevznikají žádné nespálené částice[1]

Nevýhody:

- Omezená produkce,
- Nedostupnost[1]

Tabulka č. 2.2.2 - 1. Výhřevnost paliv [7]

Druh Paliva	Výhřevnost (MJ/kg)	Výhřevnost (MJ/m ³)
Koks	27,50	
Černé uhlí (20,9-31,4)	25,10	
Hnědé uhlí (10,5-17,2)	15,10	
Dřevo palivové	16,62	
Pelety	18,00	
Brikety	16,21	
Zemní plyn	-	34,05
Propan	-	46,40
Bioplyn - 100 % CH ₄	-	35,80
Bioplyn - 80 % CH ₄	-	28,60
Bioplyn - 70 % CH ₄		25,10
Bioplyn - 67 % CH ₄		24,00

3. Vytápění elektřinou

Vytápění elektřinou je v poslední době velmi oblíbené a to především proto, že je vytápění pohodlné, snadno regulovatelné a neprodukuje žádné škodlivé emise. Další výhodou je také vysoká životnost. Elektrické vytápění nepotřebuje na rozdíl od jiných druhů vytápění komín, speciální přípojku, nebo prostory pro uskladnění paliva. Nízké pořizovací náklady na otopnou soustavu dostatečně kompenzují vyšší cenu elektřiny a to zejména v případě vytápění domů s nízkou spotřebou energie.[6]

Výhody:

- Výborná regulovatelnost
- Vysoká životnost
- Vysoká účinnost
- Bezúdržbový provoz[1]

Nevýhody:

- Vysoká cena,
- Nutnost dimenzované sítě [1]

4. Spalovací zdroje pro vytápění rodinného domu

Zdrojů tepla, které se používají pro vytápění, je několik. Obecně lze zdroje tepla rozdělit na dvě skupiny:

1. Zdroje, které dodávají teplo pro celý dům (kotle).
2. Zdroje, kterými je možno vyhřát pouze jednu nebo několik místností (topidla, krby, kamna, solární kolektory a tepelná čerpadla).

Většina zdrojů tepla se vyrábí na všechny druhy paliva. Méně běžné jsou solární kolektory a tepelná čerpadla. Patří k ekologickým zdrojům a dosud nejsou příliš rozšířené. Nejčastěji se pro vytápění rodinných domů jako zdroj tepla používají kotle.

[2]

4.1. Kotle na tuhá paliva

Na našem trhu jsou kotle na tuhá paliva poměrně rozšířené. Z jejich široké nabídky můžeme vybírat například:

- Kotle na pelety
- Zplyňovací kotle na dřevo
- Prohřívací kotle (litinové, ocelové)
- Odhořívací kotle [6]

4.2. Kotle na plynná paliva

V kotlích se spaluje především zemní plyn a směs propan-butanu.

- Kotle s tlakovým hořákem
- Kotle s atmosférickým hořákem
- Kondenzační kotle
- Nízkoteplotní kotle [6]

4.3. Kotle na kapalná paliva

Kotle na kapalná paliva se uplatňují většinou tam, kde se nevyplácí budovat inženýrské sítě a zároveň je zde nevýhodné topit klasickými topidly na pevná paliva. [6]

- Kotle na naftu
- Kotle na lehký topný olej [6]

5. Tepelná bilance rodinného domu

V následující kapitole jsou uvedena kritéria a postup pro správné zvolení vhodného spalovacího zdroje k vytápění rodinného domu.

Abychom mohli zvolit vhodné spalovací zařízení pro rodinný dům je důležité znát jeho potřebný výkon, který musí zajistit zejména pokrytí tepelných ztrát a přípravu teplé užitkové vody.

Pro výpočet tepelných ztrát jsem vycházel z normy ČSN 06 0210. V normě je uveden postup při stanovení tepelných ztrát prostupem tepla přes podlahy, stěny, stropy, okny a dveřmi a také ztráty vzniklé větráním.[9]

5.1. Teorie výpočtu tepelných ztrát rodinného domu

5.1.1 Celková tepelná ztráta

Celkovou tepelnou ztrátu značíme Q_c a její jednotka je watt [W]. Vypočítá se jako součet tepelných ztrát prostupem tepla přes konstrukce a tepelných ztrát způsobené větráním a je snížena o trvalé tepelné zisky, jak je uvedeno v rovnici (1). [9]

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \text{ [W]} \quad (1)$$

Q_ptepelná ztráta prostupem tepla [W]

Q_v tepelná ztráta větráním [W]

Q_ztepelný trvalý zisk [W]

5.1.2 Tepelná ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta prostupem tepla se označuje Q_p a udává se ve W, určí se pomocí rovnice (2). [9]

$$Q_p = Q_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \text{ [W]} \quad (2)$$

Q_p tepelná ztráta prostupem tepla [W]

p_1 přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí [$W/(m^2 \cdot K)$]

p_2 přírážka na urychlení zátoku [$W/(m^2 \cdot K)$]

p_3 přírážka na světovou stranu [$W/(m^2 \cdot K)$]

Základní tepelná ztráta prostupem tepla se značí Q_o a vypočítá se jako součet tepelných toků prostupem tepla v ustáleném tepelném stavu jednotlivými konstrukcemi, které ohraničují vytápěnou místnost od venkovního prostředí nebo od místnosti, se kterou sousedí a má nižší teplotu.[9]

$$Q_o = \sum k_i \cdot S_i \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]} \quad (3)$$

S_j ...plocha konstrukce [m^2]

k_jsoučinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

t_j ... vnitřní teplota v místnosti [$^{\circ}C$]

t_{ej} teplota v sousední místnosti, nebo teplota venkovního prostředí [$^{\circ}C$]

Nastane-li situace, kdy na vnější straně stavební konstrukce je teplota vyšší, než teplota na straně vytápěné, hovoří se o tzv. tepelném zisku. Tepelný tok prostupující takovou konstrukcí, bude mít zápornou hodnotu. [9]

Díky přírážce na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí staveb p_1 , můžeme zvýšit teplotu vnitřního vzduchu tak, aby i při nižší povrchové teplotě ochlazených konstrukcí byla ve vytápěné místnosti dosažena požadovaná vnitřní výpočtová teploty, pro niž se počítá základní tepelná ztráta Q_0 [W]. [9]

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_1 , závisí na průměrném součiniteli tepla všech konstrukcí, který lze určit pomocí vzorce(4). [9]

$$k_c = \frac{Q_0}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \text{ [W/m}^2\text{K]} \quad (4)$$

$\sum S$ celková plocha konstrukcí ohraničujících místnost [m^2]

t_i výpočetní teplota vnitřní [$^{\circ}C$]

t_evýpočtová venkovní teplota [$^{\circ}C$]

Přirážku na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí, lze pak stanovit ze vztahu (5).

$$p_1 = 0,15 \cdot k_c \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]} \quad (5)$$

Výpočet součinitel prostupu tepla k , se určí pomocí vztahu (6).

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i + \lambda_i + \alpha_e}} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]} \quad (6)$$

α_isoučinitel vnějšího přestupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

α_e součinitel přestupu tepla [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

ldélka [m]

λsoučinitel tepelné vodivosti. [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_0

$$Q_0 = \sum Q_{0,n} + \dots Q_{0,n+1} [\text{W}] \quad (7)$$

5.1.3. Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta větráním se označuje Q_v a vypočte se pomocí rovnice (8)

$$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_j - t_{es}) [\text{W}] \quad (8)$$

V_vobjemový tok větracího vzduchu [m^3/s]

t_jteplota výpočtová vnitřní [$^{\circ}\text{C}$]

t_steplota výpočtová vnější [$^{\circ}\text{C}$]

Objemový tok větracího vzduchu v prostoru V_v , musí splňovat hygienické a technologické požadavky. Tyto požadavky jsou určeny potřebou výměny vzduchu $n_h [\text{h}^{-1}]$. [9]

Při přirozené infiltraci se objemový tok větracího vzduchu stanoví ze vztahu (9). [9]

$$V_{vp} = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M [\text{m}^3/\text{s}] \quad (9)$$

i_{LV}součinitel spárové provzdušnosti, [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{m} \cdot \text{Pa}^{0.67}$]

L délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří, [m]

B charakteristické číslo budov[1]

M charakteristické číslo místnosti[1]

Hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti oken a dveří jsou uvedeny dle zdroje [6]. Celková délka spár se rovná součtu spár mezi jednotlivými křídly a rámem. Charakteristické číslo budovy B a číslo místnosti M zjistíme dle literatury.[9]

Kontrola intenzity výměny vzduchu filtrací z rovnice (10).

$$n = \frac{3600 \cdot \sum(i_{LV} \cdot L) \cdot B}{V_m} \quad (10)$$

Z hygienického hlediska musí být minimální intenzita výměny vzduchu infiltrací 0,5 -1 h .

Objemový průtok vypočteme z rovnice (11).

$$V_v = \frac{n}{3600} \cdot V_m \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (11)$$

V_mobjem místnosti[m³]

nintenzita výměny vzduchu[h⁻¹]

5.2. Popis rodinného domu

Rodinný dům, pro který počítám tepelné ztráty, se nachází v Dolních Domaslavicích. Venkovní výpočtová teplota je pro Frýdecko-Místecko -15°C. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený dům s obytným podkrovím samostatně stojící. Dům byl postaven roku 1985, od té doby prošel několika přestavbami. Zásadní změna byla provedena v roce 2011 kdy byly vyměněna dřevěná okna za plastová a celý dům byl zateplen. V prvním patře se nachází obývací pokoj, kuchyň, WC s koupelnou. V druhém patře se nachází dětský pokoj, pracovna, ložnice a toaleta. Hlavním zdrojem vytápění jsou krbová kamna na dřevo Saturn s jmenovitým výkonem 7 kW. Kamna jsou umístěná v kuchyni a vytápějí celkově 4 pokoje, kuchyň a obývací pokoj v prvním patře a přes komínové těleso ložnici a pracovnu v druhém patře. V dětském pokoji a pracovní místnosti slouží jako zdroj vytápění elektrické přímotopy. Na chodbě a v koupelně je podlahové vytápění.



Obrázek č. 5.2. – 5. pohled na rodinný dům

5.3. Tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými zdmi

Tabulka č. 5.3. – 2. Vrstvy obvodových stěn a součinitel vodivosti[6]

číslo vrstvy	jednotlivé vrstvy	l[m]	$\lambda[W/m \cdot K]$
1	omítka vnitřní	0,03	0,88
2	omítka vnější	0,03	0,88
3	cihla	0,60	0,8
4	polystyrén	0,15	0,04

Po dosazení do vzorce (10):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,03}{0,88} + \frac{0,03}{0,88} + \frac{0,60}{0,8} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{1}{23}} = 0,211 [W/m^2K]$$

Vzorový výpočet pro obývací pokoj. Po dosazení do vzorce (3)

$$S = S_s - S_o = l_s \cdot h - l_o \cdot h_o = (6+6) \cdot 2,7 - 1,65 \cdot 1,5 = 29,925 [m^2]$$

$$Q_o = k \cdot S_1 \cdot (t_i - t_e) = 0,211 \cdot 29,925 \cdot [20 - (-15)] = 221 [\text{W}]$$

S_splocha stěny [m^2]

S_oplocha otvoru stěny [m^2]

l_svnitřní délka stěny [m]

hkonstrukční výška patra [m]

l_o, h_odélka a výška otvoru [m]

t_evýpočtová vnější teplota [$^{\circ}\text{C}$]

Tabulka č. 5.3. – 3. Základní tepelná ztráta pro 1.patro

	Místnost	$t_i [^{\circ}\text{C}]$	$t_{es} [^{\circ}\text{C}]$	$S [\text{m}^2]$	$k [\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}]$	$Q_o [\text{W}]$
1	Zádvěří	15	-15	14,28	0,211	90,4
2	Kuchyň	20	-15	24,75	0,211	182,8
3	Obývací pokoj	20	-15	29,925	0,211	221
4	WC+koupelna	24	-15	6,40	0,211	52,67
5	Pracovní místnost	15	-15	48,37	0,211	306,2

Vzorový výpočet pro pokoj. Po dosazení do vzorce (3)

$$S = S_s - S_o = l_s \cdot h - l_o \cdot h_o = (7,5 + 6,5 + 7,5) \cdot 0,9 + 5,85 - (1,8 \cdot 1,2) = 23,04 [\text{m}^2]$$

$$Q_o = k \cdot S_1 \cdot (t_i - t_e) = 0,211 \cdot 23,04 \cdot [20 - (-15)] = 170,15 [\text{W}]$$

S_splocha stěny [m^2]

S_oplocha otvoru stěny [m^2]

l_svnitřní délka stěny [m]

hkonstrukční výška patra [m]

l_o, h_odélka a výška otvoru [m]

t_evýpočtová vnější teplota [$^{\circ}\text{C}$]

Tabulka č. 5.3. - 4 Základní tepelná ztráta pro 2. patro

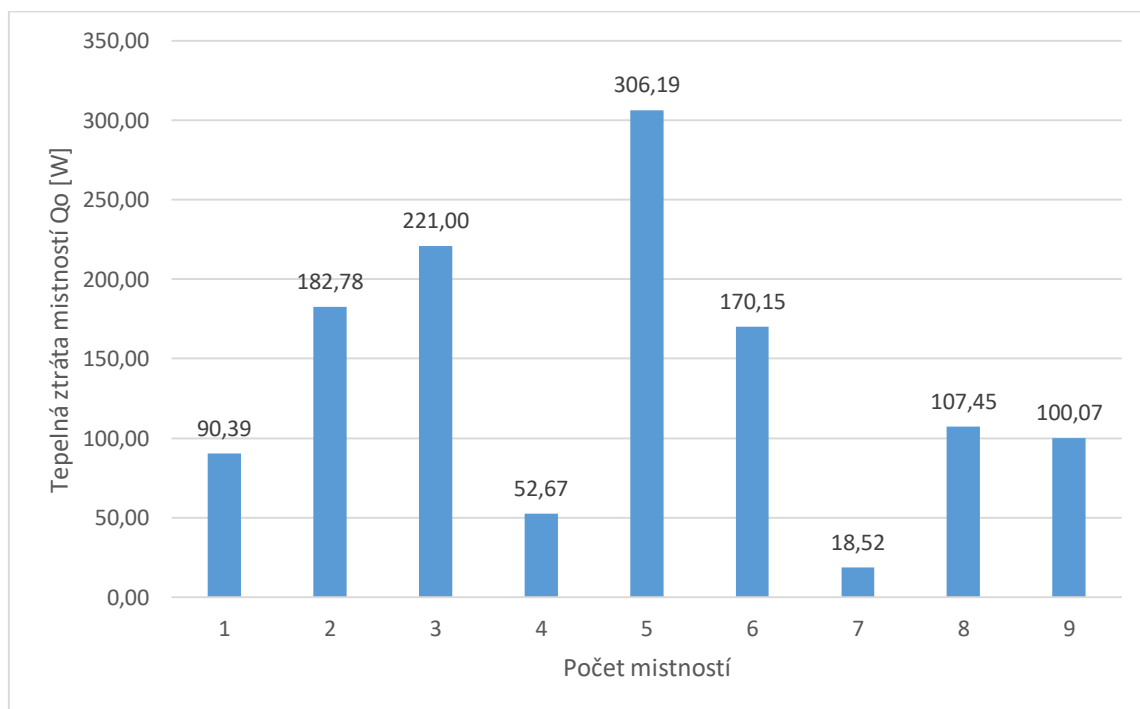
	Místnost	$t_i[^\circ\text{C}]$	$t_{es}[^\circ\text{C}]$	$S[\text{m}^2]$	$k[\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}]$	$Q_o[\text{W}]$
6	Pokoj	20	-15	23,04	0,211	170,15
7	WC	24	-15	2,25	0,211	18,52
8	Pracovna	20	-15	14,55	0,211	107,45
9	Ložnice	20	-15	13,55	0,211	100,07

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_o pro všechny místnosti se vypočítá jako součet tepelných ztrát jednotlivých místností. Hodnoty jednotlivých ztrát pokojů jsou vloženy do grafu 6.4-1, ze kterého lze zjistit, že největší ztráty tepla má pracovní místnost. Důvodem vysokých ztrát jsou rozměry, které jsou podstatně větší jak u ostatních místností a také počet oken a dveří.

Po dosazení do rovnice (7).

$$Q_o = \sum_1^9 Q_o = 90,4 + 182,78 + 221 + 52,67 + 306,19 + 170,15 + 18,52 + 107,45 + 100,07 = 1249,21 [\text{W}]$$

Graf č. 5.4-1. Tepelné ztráty obvodovými stěnami v jednotlivých místnostech



5.4. Tepelná ztráta prostupem tepla zkosenou částí stropu

Tabulka č. 5.4. – 5. Složení stropu a součinitel tepelné vodivosti[6]

	Jednotlivé vrstvy	l[mm]	λ [W/m·K]
1	Hliník	0,5	221
2	Dřevěné desky	25	0,17
3	Igelit (parozábrana)	1	0,2
4	Isover vata	220	0,04
5	Sádrokarton	15	0,22

Výpočet součinitele prostupu tepla k.

Po dosazení do vzorce (6)

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0005}{221} + \frac{0,025}{0,17} + \frac{0,001}{0,2} + \frac{0,22}{0,04} + \frac{0,015}{0,22} + \frac{1}{23}} = 0,17 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

Vzorový výpočet pro místnost Pokoj.

Výpočet základní tepelné ztráty:

Po dosazení do vzorce (3)

$$S = l_s \cdot h = (7,5 + 7,5) \cdot 2,7 = 40,5 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$Q_o = k \cdot S_1 \cdot (t_i - t_e) = 0,17 \cdot 34,5 \cdot [20 - (-5)] = 103,28 \text{ [W]}$$

Tabulka č. 5.4. - 6. Základní tepelná ztráta [6]

	Místnost	ti[°C]	tes[°C]	S[m²]	k[W/m² · K]	Qo[W]
1	Pokoj	20	5	40,5	0,17	103,28
2	WC	24	5	6,75	0,17	21,8
3	Pracovna	20	5	32,40	0,17	82,62
4	Ložnice	20	5	27,00	0,17	68,85
5	Chodba	15	5	6,75	0,17	11,48
6	Zádveří	15	5	12,25	0,17	20,83

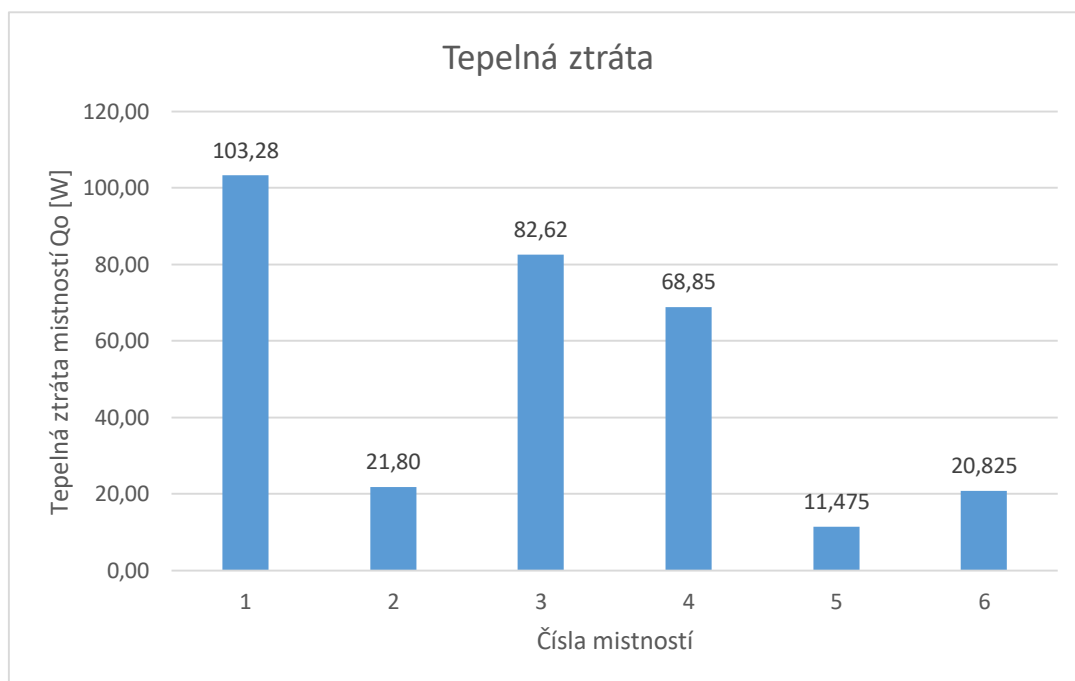
Tepelné ztráty vzniklé prostupem přes zkosenou část stropu se počítají stejně jako u stěn, podlah a oken. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.4-4.

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_o pro všechny místnosti se vypočítá jako součet tepelných ztrát jednotlivých místností. Hodnoty jednotlivých ztrát pokojů jsou vloženy do grafu 6.4-2.

Po dosazení do vzorce (7)

$$Q_o = \sum_1^6 Q_o = 103,28 + 21,8 + 82,62 + 68,85 + 11,48 + 20,83 = 308,38 \text{ [W]}$$

Graf č. 5.4. - 2. Tepelné ztráty prostupem tepla šikmou částí stropu



5.5. Tepelná ztráta prostupem tepla podlahou

Tabulka č. 5.5. - 7. Složení podlahy a součinitel tepelné vodivosti[6][8]

	Jednotlivé vrstvy	l[m]	$\lambda[W/m \cdot K]$
1	Beton	0,3	1,1
2	Asfaltová hydroizolace	0,001	0,07
3	Cementový potěr	0,015	1,2
4	Škvára	0,03	0,27
5	Koberec	0,005	0,065
6	Dřevěné parkety	0,015	0,095
7	Dlažba	0,01	1,05

Výpočet součinitele prostupu tepla k

Po dosazení do vzorce (6)

Pro parkety:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,3}{1,1} + \frac{0,001}{0,07} + \frac{0,015}{1,2} + \frac{0,03}{0,27} + \frac{0,015}{0,095} + \frac{1}{23}} = 1,44[W/m^2K]$$

Pro dlažbu:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,3}{1,1} + \frac{0,001}{0,07} + \frac{0,015}{1,2} + \frac{0,03}{0,27} + \frac{0,01}{1,05} + \frac{1}{23}} = 1,83[W/m^2K]$$

Pro koberec:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,3}{1,1} + \frac{0,001}{0,07} + \frac{0,015}{1,2} + \frac{0,03}{0,27} + \frac{0,05}{0,065} + \frac{1}{23}} = 1,63[W/m^2K]$$

Vzorový výpočet pro místnost Obývací pokoj.

Výpočet základní tepelné ztráty:

Po dosazení do vztahu (3)

$$S = l_p \cdot \check{s}_p = 6 \cdot 6 = 36 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$Q_o = k \cdot S_1 \cdot (t_i - t_e) = 1,63 \cdot 36 \cdot [20 - (5)] = 880,2 \text{ [W]}$$

Tabulka č. 5.5. - 8. Základní tepelná ztráta[6][9]

	Místnost	t_i [°C]	t_{es} [°C]	S [m ²]	k [W/m ² · linK]	Q_o [W]
1	Zádveří	15	5	12,25	1,83	224,18
2	Kuchyň	20	5	30,00	1,83	823,50
3	Obývací pokoj	20	5	36,00	1,63	880,20
4	WC+koupelna	24	5	11,25	1,83	391,16
5	Pracovní místnost	15	5	56,25	1,44	810,00
6	Schodiště	10	5	7,50	1,83	68,63

Pro podlahu jsem zvolil vnější výpočtovou teplotu 5 °C [6].

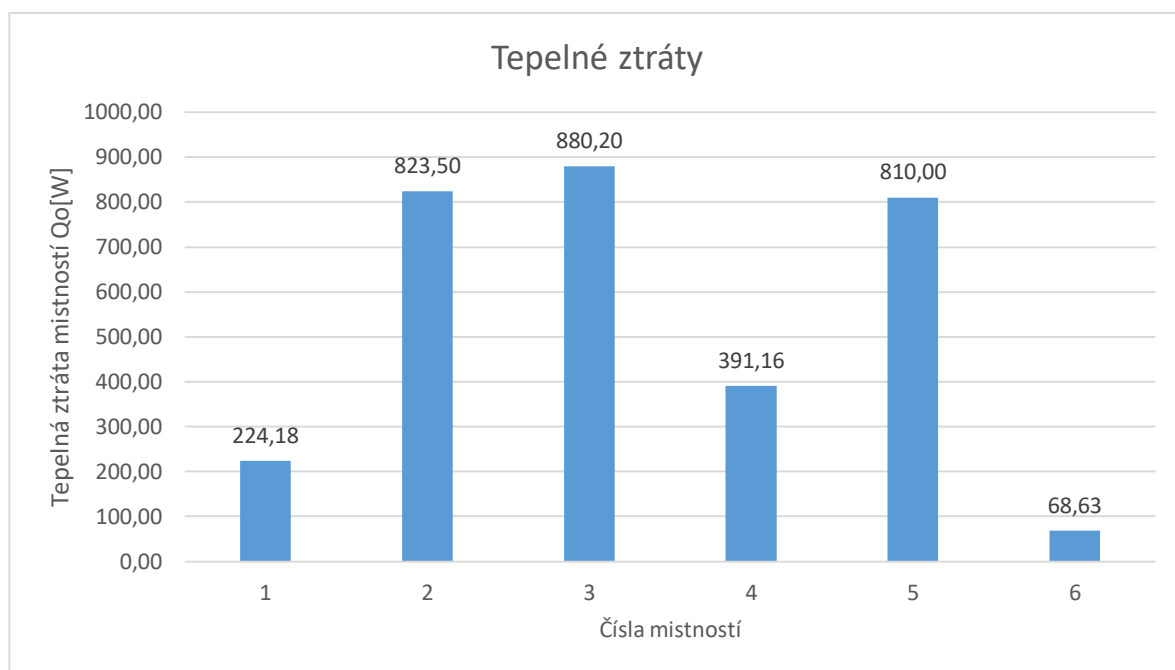
Tepelné ztráty vzniklé prostupem přes podlahy místností se počítají stejně jako u stěn. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.5-6.

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_o pro všechny místnosti se vypočítá jako součet tepelných ztrát jednotlivých místností. Hodnoty jednotlivých ztrát pokojů jsou vloženy do grafu 6.5-3.

Po dosazení do rovnice (7)

$$Q_o = \sum_1^6 Q_o = 224,18 + 823,50 + 880,20 + 391,16 + 810 + 68,63 = 3197,66 \text{ [W]}$$

Graf č. 5.5. - 3. Tepelné ztráty prostupem tepla podlahou



5.6. Tepelná ztráta prostupem tepla přes okna a dveře

Tabulka č. 5.6. - 9. Typy oken a dveří, součinitel tepelné vodivosti [6],[10]

	Typ konstrukcí	k[W/m ² · K]
1	Dveře vchodové	1,7
2	Plastová okna PREMIUM	1,2
3	Dveře dřevěné	2,3

Vzorový výpočet pro místnost Obývací pokoj.

Výpočet základní tepelné ztráty:

Po dosazení do vzorce (3)

$$S_{ok} = l_s \cdot h = 1,65 \cdot 1,5 = 2,475 [\text{m}^2]$$

$$Q_o = k \cdot S_i \cdot (t_i - t_e) = 1,2 \cdot 2,475 \cdot (20 - (-15)) = 103,95 [\text{W}]$$

Tabulka č. 5.6. - 10. Základní tepelná ztráta[10]

	Místnost	$t_i[^\circ\text{C}]$	$t_{es}[^\circ\text{C}]$	$S[\text{m}^2]$	$k[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$	$Q_o[\text{W}]$
1	Zádveří (dveře)	15	-15	3,05	1,7	155,30
2	Kuchyň	20	-15	4,95	1,2	207,90
3	Obývací pokoj	20	-15	2,48	1,2	103,95
4	WC+koupelna	24	-15	0,35	1,2	16,38
5	Pracovní místnost (okna)	15	-15	4,95	1,2	178,20
6	Pracovní místnost (dveře)	15	-15	4,73	2,3	326,37
6	Pokoj	20	-15	2,89	1,2	121,38
7	Pracovna	20	-15	2,25	1,2	94,50
8	Ložnice	20	-15	2,25	1,2	94,50

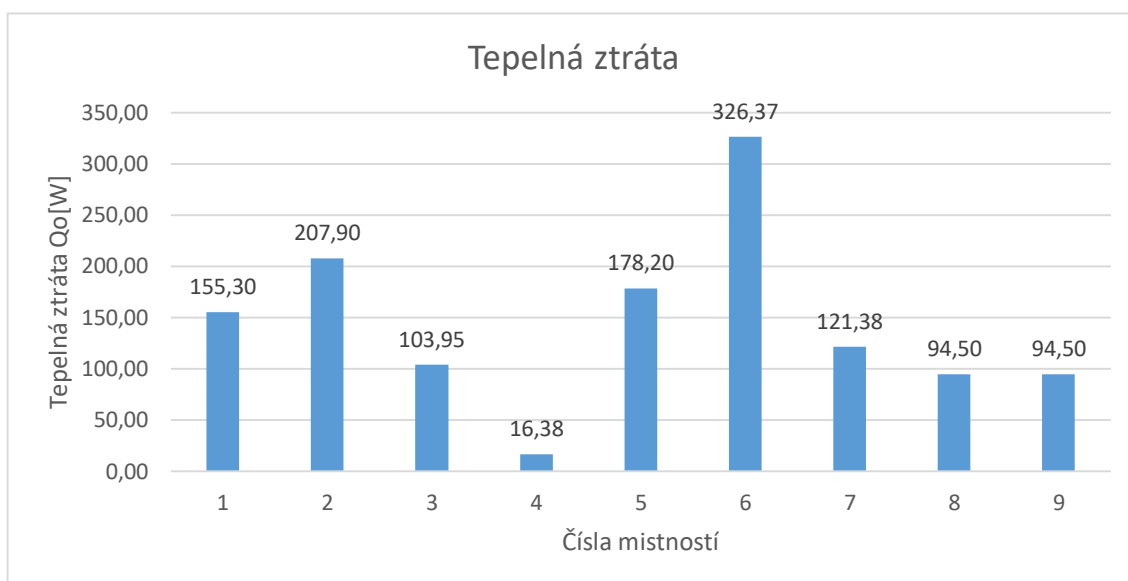
Tepelné ztráty vzniklé prostupem přes okna a dveře se počítají stejně jako u stěn a podlah. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.6-8.

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_o pro všechny místnosti se vypočítá jako součet tepelných ztrát jednotlivých místností. Hodnoty jednotlivých ztrát pokojů jsou vloženy do grafu 6.6-4.

Po dosazení do vztahu (7)

$$Q_o = \sum_{i=1}^8 Q_{oi} = 155,3 + 207,9 + 103,95 + 16,38 + 178,2 + 326,37 + 121,38 + 94,5 + 94,5 = 1298,48 [\text{W}]$$

Graf č. 5.6.- 4. Tepelné ztráty prostupem přes okna a dveře



5.7. Tepelná ztráta větráním

Vzorový výpočet pro místnost Kuchyň.

Tepelná ztráta se vypočítá ze vztahu (8)

$$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_{es}) = 1300 \cdot 0,0071 \cdot (20 - (-15)) = 323,05 \text{ [W]}$$

Při přirozené infiltraci se objemový tok větracího vzduchu stanoví ze vztahu (9)

$$V_{vp} = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M = (1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 12,6) \cdot 8 \cdot 0,5 = 0,0071 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Kontrola intenzity výměny vzduchu infiltrací se vypočte ze vztahu (10)

$$n = \frac{3600 \cdot \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M}{V_m} = \frac{3600 \cdot (1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 12,6) \cdot 8 \cdot 0,5}{30} = 0,85 \text{ [h}^{-1}\text{]}$$

To je z hygienického hlediska dostačující, minimální intenzita musí být nejméně $0,5 \text{ h}^{-1}$. Není třeba větrat.

Objemový tok větracího vzduchu vypočteme ze vztahu (11)

$$V_v = \frac{n}{3600} \cdot V_m = \frac{0,5}{3600} \cdot 30 = 0,0101 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabulka č. 5.7. - 11. Základní tepelná ztráta[10]

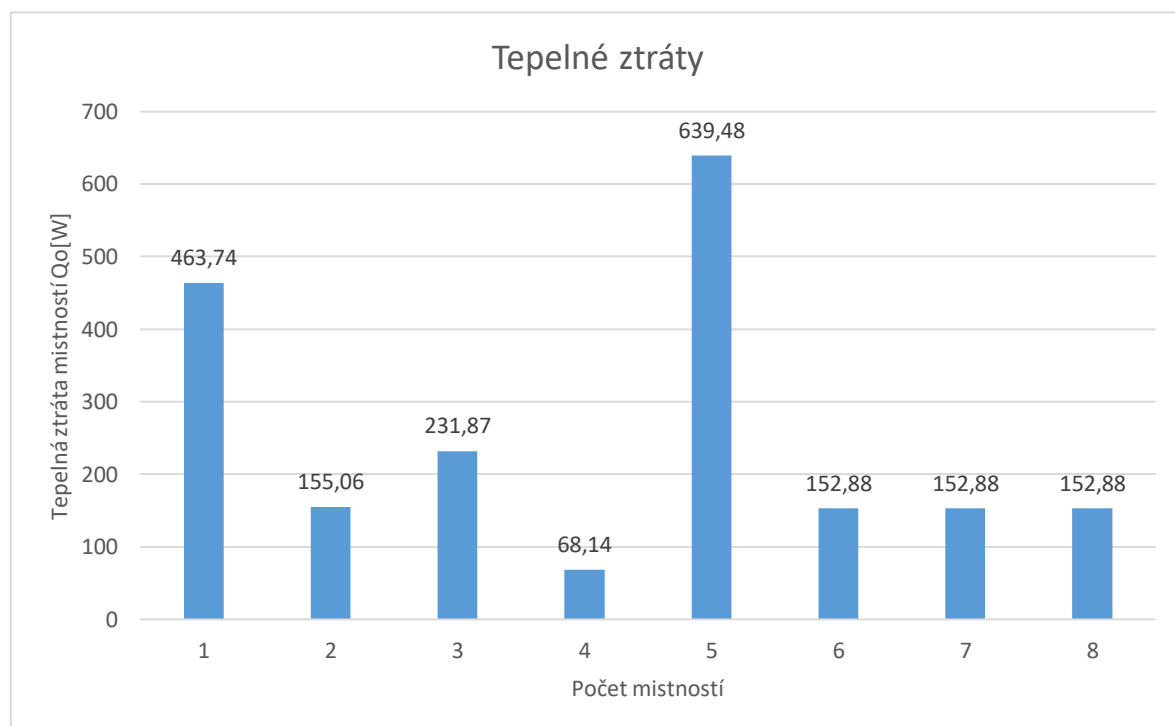
	Místnost	t_i [C]	t_{es} [C]	V_m	Q_o [W]
1	Zádveří	15	-15	0,004	463,74
2	Kuchyň	20	-15	0,01	155,06
3	Obývací pokoj	20	-15	0,01	231,87
4	WC+koupelna	24	-15	0,001	68,14
5	Pracovní místnost	15	-15	0,02	639,48
6	Pokoj	20	-15	0,003	152,88
7	Pracovna	20	-15	0,003	152,88
8	Ložnice	20	-15	0,003	152,88

Tepelné ztráty větráním se vypočítají stejně jako u stěny, podlahy a stropu. Jednotlivé hodnoty tepelných ztrát jsou uvedeny v tabulce 5.7-9.

Po dosazení do vztahu (7)

$$Q_o = \sum_{i=1}^8 Q_o = 463,74 + 155,06 + 231,87 + 68,14 + 639,48 + 152,88 + 152,88 + 152,88 = 2017 \text{ [W]}$$

Graf 5.7. – 5. Tepelná ztráta větráním



5.8. Tepelné zisky

Tepelné zisky se vypočítají jako součet tepelných zisků od osob, které se nacházejí v rodinném domě a součet tepelných zisků od spotřebičů.

Tabulka č. 5.8. - 12. Tepelné zisky [6][11]

	Osoby[W]	Televizor[W]	PC[W]
Tepelné zisky	60	100	120

$$Q_z = 4 \cdot 60 + 2 \cdot 100 + 4 \cdot 120 = 920 [\text{W}]$$

Celkový tepelný zisk od lidí (240[W]) a spotřebičů (680[W]) činí 920[W].

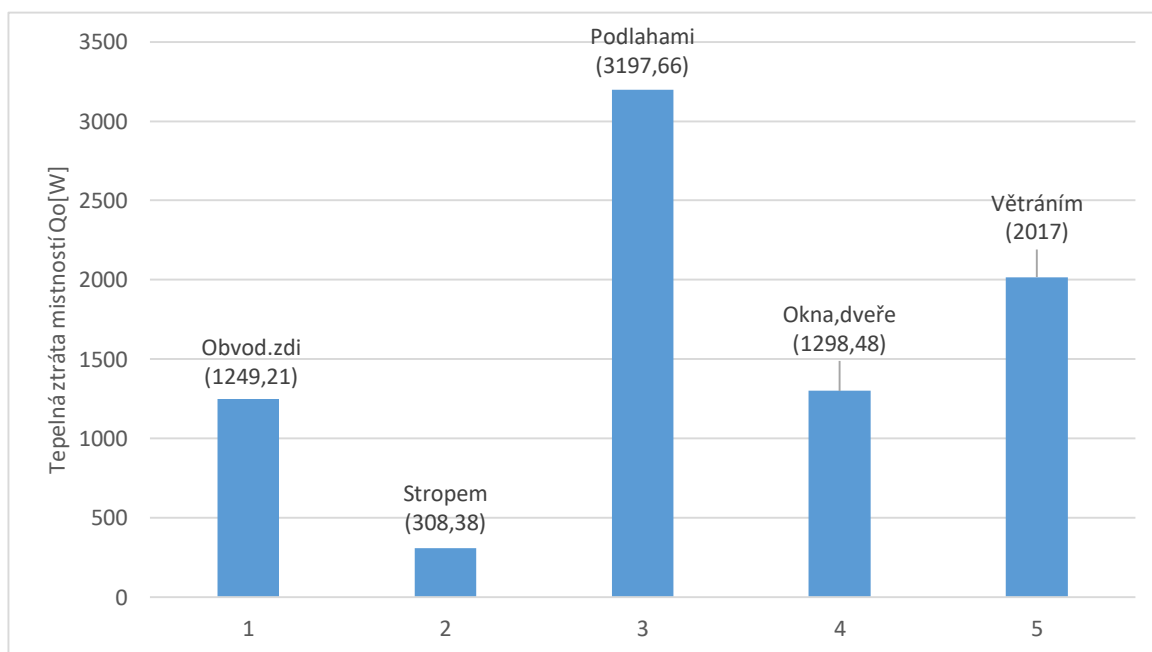
5.9. Celková tepelná ztráta

Celková tepelná ztráta Q_c se vypočítá jako součet tepelných ztrát prostupem Q_o a tepelných ztrát větráním Q_v , celková tepelná ztráta je snížena o trvalý zisk Q_z .

$$Q_c = (Q_{o,\text{obvod.zdi}} + Q_{o,\text{stropu}} + Q_{o,\text{podlahy}} + Q_{o,\text{okna dveře}}) + Q_v - Q_z$$

$$Q_c = (1249,21 + 308,38 + 3197,66 + 1298,48) + 2017 - 920 = 7150,73 [\text{W}]$$

Graf č. 5.9. - 6. Tepelné ztráty typového domu



6. Spalovací zdroje pro vytápění rodinného domu

Pro rodinný dům s celkovou tepelnou ztrátou 7151 kW navrhují spalovací zařízení, které dokážou pokrýt svým výkonem vypočtenou celkovou tepelnou ztrátu. Návrhy spalovacích zařízení jsou uvedeny pouze pro základní druhy paliv.

6.1. Spalovací zařízení na pevná paliva

6.1.1. KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie

- Palivo: Dřevo, Dřevěné brikety
- Výrobce: KVS Moravia
- Cena: 37 733 Kč

Sporák na pevná paliva s teplovodním výměníkem propojuje výhody spotřebiče určeného k pečení pokrmů, vaření a kotle na ústřední vytápění. Je určen především pro spalování dřeva a dřevěných briket. Díky rozměrným vstupním dvířkám do topeniště se do něj vlezou polena až o délce 450 mm a průměru 190 mm. Sporák má rozměrné topeniště na úkor pečící trouby. Další výhodou je variabilita napojení na komín. Vývody kouřových zplodin můžeme napojit na komín zezadu, zboku nebo shora. Na zadní a boční straně topeniště je umístěn teplovodní ohříváč ve tvaru „L“, který je z důvodu omezeného prostoru, v konstrukci sporáku, menších rozměrů a proto také s menším obsahem vody. Proto je doporučeno sporák zapojovat do okruhu s nuceným oběhem vody. Sporák je vybaven sekundárním přívodem vzduchu, který dopomáhá k lepšímu spalování paliva.[12]

Tabulka č. 6.1.1. - 13. KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie [12]

Jednotka		
kW	Výkon do prostoru	5,5
kW	Výkon do vody	3,5-8
%	Účinnost	70%
l	Objem teplovodního ohřívače	9
mm	Rozměry sporáku – (výška /šířka /hloubka)	850/924/600
mm	Rozměry trouby – (výška /šířka /hloubka)	250/302/433
Pa	Minimální tah komína	10
mm	Kouřovod	120
kg/hod	Spotřeba paliva	2-3
kg	Hmotnost	175

Obrázek č. 6.1.1. - 14. KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie [12]



6.1.2. Edilkamin Idropoint

- Palivo: Pelety
- Výrobce: Edilkamin
- Cena: 61 820 Kč

Edilkamin Idropoint jsou krbová kamna na pelety určená k vytápění objektu prostřednictvím teplé vody vyráběné ve výměníku topeniště a

prostřednictvím čerpadla je odváděná do jednotlivých radiátorů v celém domě. Výkon vyměníku dosahuje až 10 kW, prostřednictvím sálání skrz sklo topeniště a tepelným prouděním vzduchu mezi pláštěm kamen, zůstává v místnosti kde jsou kamna umístěna, výkon maximálně 1,3 kW. Kamna je možné ovládat dálkovým ovládáním a jsou vybavena ovládacím displejem s časovým programátorem. Plášť je vyroben z ocelového plechu šedé barvy, která může být doplněná kachlovinou v barvě bordo, bílé nebo šedé. Výměník je z oceli, topeniště je vyloženo Scamolexem.

Tabulka č. 6.1.2. - 14. Parametry krbových kamen Edilkamin Idropoint[13]

Jednotka		
kW	Výkon do vody	2,7-9
%	Účinnost	92%
l	Obsah vyměníku	10
kg	Obsah zásobníku pelet	14
kg/h	Spotřeba pelet min/max	0,7/2,7
mm	Průměr kouřovodu	80
mm	Rozměry – výška – šířka - hloubka	930/490/500
kg	Hmotnost	157

Obrázek č. 6.1.2. - 15. Edilkamin Idropoint [13]



6.1.3. HAAS+SOHN NIVALA TV

- Palivo: Dřevo, ekobrikety
- Výrobce: Haash+Sohn
- Cena: 34 903 Kč

Krbová kamna Haash+Sohn Nivala s teplovodním výměníkem jsou vhodná pro vytápění celého domu. Kamna jsou konstruována pro spalování dřeva a ekobriket. Předávají více než 70% tepelného výkonu prostřednictvím teplovodního výměníku do vzduchu v prostoru v místnosti, kde jsou kamna umístěna. Teplovodní systém může být otevřen nebo uzavřen a může být také proveden s pomocným oběhovým čerpadlem. Pro zajištění automatické zalohování funkce oběhového čerpadla a bezpečného provozu při výpadku elektrické energie je vhodné použití záložního zdroje. Kamna jsou z ocelového plechu tloušťky 2-5mm. Spalovací prostor komory je vyložen tepelně a pevnostně odolnými tvarovkami. Součástí kamen je teplovodní výměník svařený z ocelových plechů tloušťky 4-5 mm. Výměník je přišroubovaný k tělesu kamen, může být tedy odnímatelný a může se nahradit příslušnou záslupkou a tím se kamna upraví na plně teplovzdušný provoz. [14]

Tabulka č. 6.1.3. - 15. Haash+Sohn Nivala TV [14]

Jednotka		Dřevo	Ekobrikety
kW	Jmenovitý výkon	15,1	15,2
%	Výkon vytápění prostoru	5	4,1
%	Energetická účinnost	85,3	87,3
l	Výkon ohřevu vody	10,1	11,1
kg/h	Max. Dávka paliva pro přiložení	4,1	3,8
%	Koncentrace CO při 13% O ₂	0,08	221
°C	Doporučený teplotní spád	75-60	
mm	Průměr kouřovodu	150	
W	Elektrický příkon- při provozu	42	
mm	Rozměry – výška – šířka - hloubka	1242/640/604	
kg	Hmotnost	231	



6.2. Kotle na plynná paliva

6.2.1. PROTHERM Gepard 23 MOV

- Palivo: Zemní plyn, propan
- Výrobce: PROTHERM
- Cena: 18530 Kč

Plynový závěsný kotel kombinovaný s průtokovým ohřevem vody v deskovém výměníku. Kotel má zabudovaný LCD display, elektricky řízené oběhové čerpadlo a je jednoduchý na obsluhu a autodiagnostiku. Jeho výhodou je plynulá modulace výkonu, ochrana proti zamrznutí, digitální ovládání a automatické zapalování. Ke kotli je možné připojit pokojové regulátory, které se připojují na jeho svorkovnici. Pro aktivaci ekvitermní regulace je nutná instalace venkovního čidla teploty. Venkovní čidlo se umísťuje na nejchladnější zeď domu. [16]

Tabulka č. 6.2.1. - 16. Parametry kotle PROTHERM Gepard 23 MOV [15]

kW	Jmenovitý výkon	9-23,3
%	Účinnost	90,3
mm	Rozměry – výška – šířka - hloubka	742/410/311
kg	Hmotnost	31
°C	Nastavitelný rozsah teploty TV	38-60
l	Objem expanzní nádoby	5
l	Průtok teplé vody (při 30 °C)	11,1

Obrázek č. 6.2.2. – 9. PROTHERM Gepard 23 MOV [15]



6.2.2. VIADRUS Naos K4

- Palivo: Zemní plyn, propan
- Výrobce: VIADRUS
- Cena: 25 397 Kč

VIADRUS Naos K4 je nástěnný moderní kondenzační kotel s výbornou účinností a jednoduchou obsluhou. Na kotel je možné uplatnit kotlíkovou dotaci. Disponuje výkonem od 5 do 24 kW. Výměník kotle je vyrobený z kvalitní nerezové oceli. Kotle jsou vyráběny v několika provedení: Pro vytápění bez možnosti ohřevu

teplé vody, s přípravou na připojení externího nepřímotopného zásobníku, s průtokovým ohřevem teplé vody. Je také vybaven protinámrazovou ochranou.

Jeho výhodami jsou vysoká účinnost, tichý chod, široký rozsah modulace, možnost připojení ekvitermního čidla, jednoduchá obsluha a snadná montáž. [16]

Tabulka č. 6.2.1. - 17. Parametry kotle Viadrus Naos K4[16]

kW	Jmenovitý výkon	5-24
%	Účinnost	98-105
mm	Rozměry – výška – šířka - hloubka	460/720/320
kg	Hmotnost	26
°C	Doporučená teplota topné vody	25-85
m ³ h ⁻¹	Objemový průtok paliva	0,5-2,4
W	El.příkon (včetně čerpadla)	110
-	Třída NOx	5

Obrázek č. 6.2.3. – 10. VIADRUS Naos K4 [17]



7. Výpočet spotřeby tepla a ročních nákladů

Roční spotřeba tepla:

$$Q_r = Q_{\text{celkove}} \cdot H \cdot D \cdot 3,6 = 7,151 \cdot 12 \cdot 229 \cdot 3,6 = 70743,41 [\text{MJ/rok}] \quad (12)$$

Q_{celkove} ...celková tepelná ztráta [W]

H....počet topných hodin [hod]

D....počet dní topné sezony [den]

Výpočet provedeme pro KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie spalující dřevo:

$$m_{\text{pal}} = \frac{Q_r}{Q_i^r \cdot \eta_k} = \frac{70743,41}{16,62 \cdot 0,7} = 6084 [\text{kg/rok}] = 6,081 [\text{t/rok}] \quad (13)$$

Q_i^rvýhřevnost paliva [MJ/kg]

η_kúčinnost kotle [%]

Výpočet proveden pro kotel VIADRUS Naos K4 spalující zemní plyn.

Energie dodaná za rok:

$$Q_{r-p} = Q_{\text{celkove}} \cdot H \cdot D \cdot \eta_k = 7,151 \cdot 12 \cdot 229 \cdot 0,9 = 17,69 [\text{MWh/rok}] \quad (14)$$

Roční náklady pro tuhá paliva (dřevo):

$$N_{p-\text{rok}} = m_{\text{pal}} \cdot \text{cena}_{\text{pal}} = 6,081 \cdot 2500 = 15\,203 [\text{Kč/rok}] \quad (15)$$

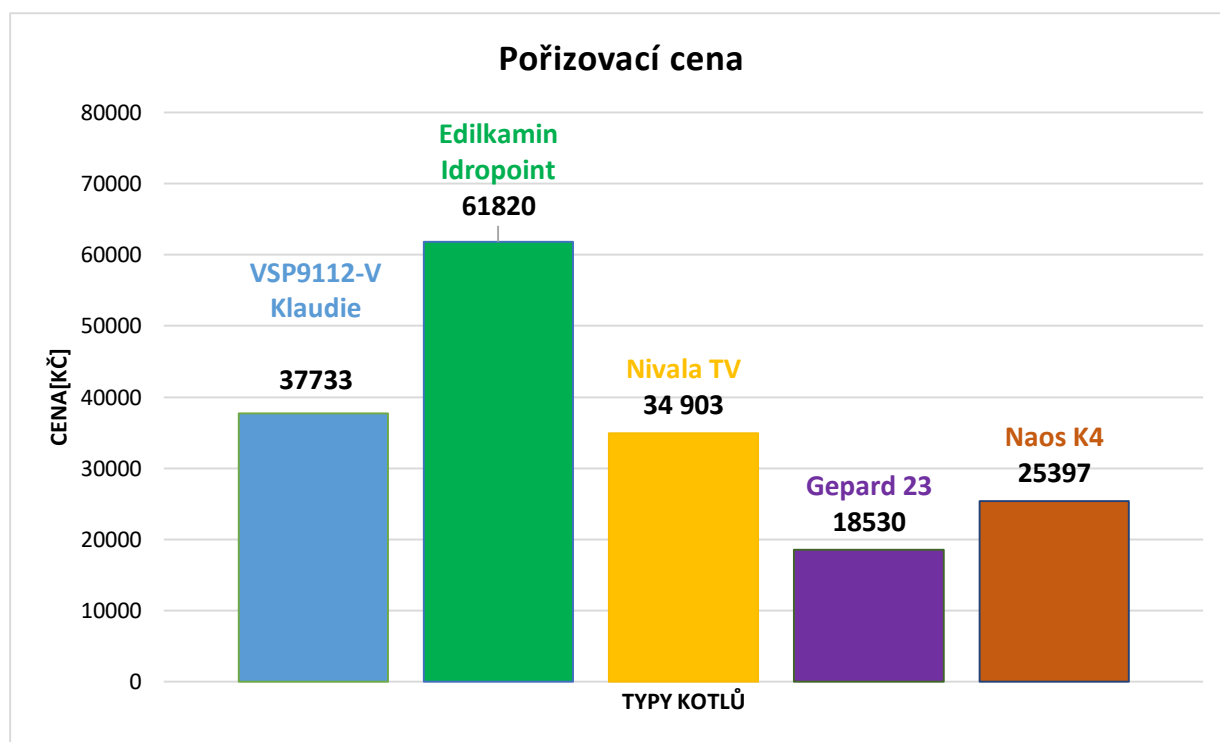
Roční náklady pro plynná paliva (zemní plyn):

$$N_{p-\text{rok}} = Q_{r-p} \cdot \text{cena}_{\text{pal}} = 17,69 \cdot 1543 = 27295,67 [\text{Kč/rok}] \quad (16)$$

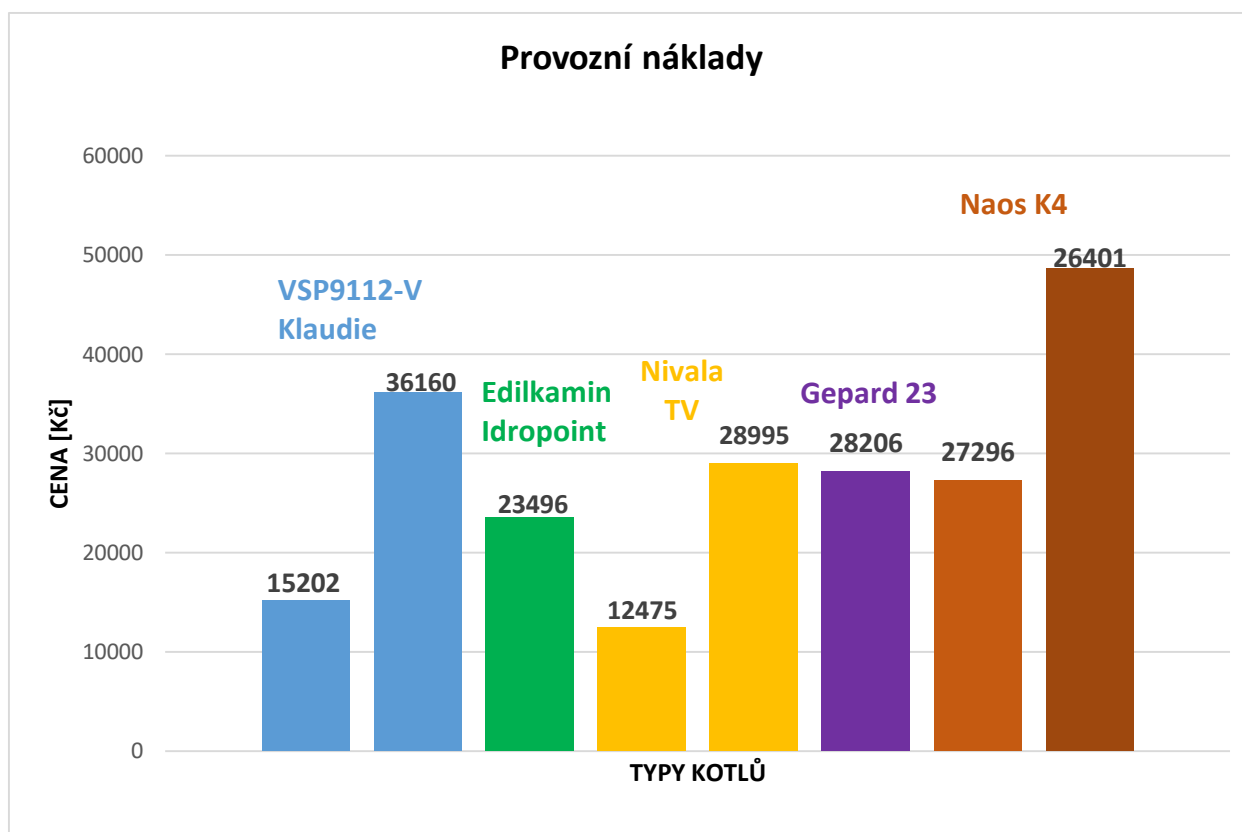
Tabulka č. 7. – 18. Roční náklady

Typ kotle	Pořizovací náklady [Kč]	Cena paliva [Kč/t], [Kč/l], [Kč/MWh]	Palivo	η_k [%]	Q_i^r [MJ/kg] [MJ/m ³]	m_{pal} [t/rok] [l/rok] Q_{r-p} [MWh/rok]	Roční náklady [Kč]
VSP 9112-V Klaudie	37 733	2500	Dřevo	0,70	16,62	6,081	15202
		5800	D. brikety	0,70	16,21	6,235	36160
Edilkamin Idropoint	61 820	5500	Pelety	0,92	18	4,272	23496
Nivala TV	34 903	2500	Dřevo	0,853	16,62	4,99	12475
		5800	D. brikety	0,873	16,21	5	28995
Gepard 23	18530	1543	Zemní p.	0,93	34,05	18,28	28206
Naos K4	25397	1543	Zemní p.	0,9	34,05	17,69	27296
		25000	Propan	0,99	46,4	1,95	48625

Graf č. 7. – 6. Pořizovací cena



Graf č. 7. – 7. Provozní náklady



8. Závěr

V úvodu bakalářské práce jsem se zabýval vhodnými palivy pro vytápění rodinného domu. Věnoval jsem pozornost především fyzikálním a chemickým vlastnostem paliv, výhřevností a pořizovací ceně. V současnosti je populární také vytápění biomasou, proto jsem se zabýval i zařízením, která spalují dřevo a pelety.

V další části mé práce jsem počítal celkovou tepelnou ztrátu rodinného domu. Použil jsem normu ČSN 06 0210, výsledná hodnota činí 7,151 [kW].

Z důvodu větších tepelných ztrát budovy než je výkon stávajícího zdroje vytápění, navrhuji jeho náhradu za krbová kamna Haash+Sohn Nivala s teplovodním výměníkem. Pořizovací náklady cca 35 000 Kč jsou k účinnosti 85% a výkonu 15 kW velmi výhodné. Další výhodou je, že v kamnech můžeme spalovat dřevo, kterého máme díky vlastnímu lesa dostatek na několik dalších let. Dále máme u domu vybudované prostory na uskladnění větších zásob dřeva. Díky teplovodního výměníku je také možnost nahradit stávající elektrické přímotopy, u kterých jsou roční náklady ke srovnání k účinnosti vytápění mistonstí příliš vysoké. Jako další alternativu bych zvolil sporák na pevná paliva KVS MORAVIA VSP 9112-V Klaudie u kterého je také výhodou možnost spalování levného dřeva, dále může sloužit jako spotřebič k vaření a pečení pokrmů. Díky teplovodního výměníku může být sporák využitý také jako kotel na ústřední vytápění.

Společnými výhodami obou navrhovaných zdrojů je možnost využití místa stávajících krbových kamen, levné palivo, celkový designe a dostatečné pokrytí tepelných ztrát budovy.

9. Citace

- [1] DUFKA, Jaroslav. Vytápění domů a bytů. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 8024706423.
- [2] DUFKA, Jaroslav. Vytápění domů a bytů. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 8071694010.
- [3] JUCHELKOVÁ, Dagmar: Biomasa a možnosti jejího využití ve vytápění. Biom.cz [online]. 2002-01-10 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z [www: http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-a-moznosti-jejeho-vyuziti-ve-vytapeni](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-a-moznosti-jejeho-vyuziti-ve-vytapeni) ISSN: 1801-2655.
- [4] RYBOVÁ, Romana. Uhlí a Koks. In: [Http://finexpert.e15.cz](http://finexpert.e15.cz) [online]. 2012 [cit. 201603-17]. Dostupné z: <http://finexpert.e15.cz/ktery-zpusob-vytapeni-je-nejlevnejsi>
- [5] BRIKETY Dřevěné brikety [online]. © 2012 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://brikety.org/drevene-brikety/>
- [6] Tzb-info: tzbinfo stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online]. c2001-2016 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- [7] Výhřevnost Paliv. In: [Http://ekobioenergo.cz/](http://ekobioenergo.cz/) [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://ekobioenergo.cz/5-obnovitelne-zdroje/28-vyhrevnost-paliv.html>
- [8] PROFIPODLAHY [online]. 2011 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.profiPodlahy.cz/>
- [9] ČSN 06 0210: Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. Český normalizační institut, 1994.
- [10] Plastová okna Oknostyl PREMIUM klasik. OKNO STYL [online]. c2008-2009 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.oknostyl.cz/>
- [11] Výpočet tepelných zisků [online]. c2006-2016 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Tepelne-zisky-mistnosti>.
- [12] KVS Moravia-sporák na tuhá paliva[online]. 2011 [cit. 2017-02-15].Dostupné z: <http://www.centrumvytapieni.cz/>
- [13] Edilkamin-Krbová kamna na pelety [online].2011 [cit. 2017-02-15].Dostupné z: <https://www.edilkamin-cz.cz/>
- [14] Haas-Sohn [online] 2003 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.haassohn-rukov.cz>
- [15] PROTHERM [online] 2003 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.protherm.cz/>
- [16] VIADRUS [online] 2003 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.viadrus.cz/>

10. Seznam obrázků

OBRÁZEK Č. 2.1.1. – 1. ČERNÉ UHLÍ [4].....	2
OBRÁZEK Č. 2.1.2 – 2. KUSOVÉ DŘEVO [4].....	3
OBRÁZEK Č. 2.1.3. – 3. PELETY [4].....	4
OBRÁZEK Č. 2.1.4. – 4. DŘEVĚNÉ BRIKETY[5].....	5
OBRÁZEK Č. 5.2. – 5. POHLED NA RODINNÝ DŮM.....	13
OBRÁZEK Č. 6.1.1. - 14. KVS MORAVIA VSP 9112-V KLAUDIE.....	26
OBRÁZEK Č. 6.1.2. - 7. EDILKAMIN IDROPOINT [13].....	27
OBRÁZEK Č. 6.1.3. - 8. HAASH+SOHN NIVALA TV [14].....	29
OBRÁZEK Č. 6.2.1. - 11. PROTHERM GEPARD 23 MOV [16].....	30
OBRÁZEK Č. 6.2.2. - 12. VIADRUS NAOS K4 [17].....	31

11. Seznam tabulek

TABULKA Č. 2.2.2. - 1. VÝHŘEVNOST PALIV [7].....	6
TABULKA Č. 5.3. - 2. VRSTVY OBVODOVÝCH STĚN A SOUČINITEL VODIVOSTI[6].....	13
TABULKA Č. 5.3. - 3. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA PRO 1.PATRO.....	14
TABULKA Č. 5.3. - 4. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA PRO 2. PATRO.....	15
TABULKA Č. 5.4. - 5. SLOŽENÍ STROPU A SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI[6].....	16
TABULKA Č. 5.4. - 6. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA [6].....	17
TABULKA Č. 5.5. - 7. SLOŽENÍ PODLAHY A SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI[6][8].	18
TABULKA Č. 5.5. - 8. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA[6][9].....	19
TABULKA Č. 5.6.- 9. TYPY OKEN A DVEŘÍ, SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI [6],[10]..	20
TABULKA Č. 5.6. - 10. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA[10].....	21
TABULKA Č. 5.7. - 11. ZÁKLADNÍ TEPELNÁ ZTRÁTA[10].....	23
TABULKA Č. 5.8. - 12. TEPELNÉ ZISKY [6][11].....	24
TABULKA Č. 6.1.1. - 13. PARAMETRY KVS MORAVIA VSP 9112-V KLAUDIE [12].....	26
TABULKA Č. 6.1.2. - 14. PARAMETRY KOTLE EDILKAMIN IDROPOINT [13].....	28
TABULKA Č. 6.1.3. - 15. PARAMETRY HAASH+SOHN NIVALA TV [14].....	28
TABULKA Č. 6.2.1. - 16. PARAMETRY KOTLE PROTHERM GEPARD 23 [16].....	30
TABULKA Č. 6.2.1. - 17. PARAMETRY KOTLE VIADRUS NAOS K4[17].....	32
TABULKA Č. 7. - 18. ROČNÍ NÁKLADY.....	33

12. Seznam grafů

GRAF Č. 5.4 - 1. TEPELNÉ ZTRÁTY OBVODOVÝMI STĚNAMI V JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTECH.....	15
GRAF Č. 5.4. - 2. TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM TEPLA ŠIKMOU ČÁSTÍ STROPU.....	17
GRAF Č. 5.5.- 3. TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM TEPLA PODLAHOU.....	20
GRAF Č. 5.6.- 4. TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PŘES OKNA A DVEŘE.....	22
GRAF Č. 5.7. - 5. TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍ.....	23
GRAF Č. 7. - 6. POŘIZOVACÍ CEN.....	33
GRAF Č. 7. - 7. PROVOZNÍ NÁKLADY.....	34

13. Seznam příloh

Výkres 1. patro

Výkres 2. patro

Fotky domu